

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЕФЕКТОВ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ НА МАГНИТНУЮ ИНДУКЦИЮ В ВОЗДУШНОМ ЗАЗОРЕ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Асинхронные электродвигатели получили очень широкое применение в промышленности. Они расходуют до 70...80% процентов от всей потребляемой энергии. Примерно 20...25 % аварий промышленных установок приходится на асинхронные двигатели. Большинство аварий вызывается неправильным техническим обслуживанием асинхронных двигателей, или полным его отсутствием. В свою очередь, из всех возможных неисправностей асинхронного двигателя на подшипниковые узлы приходится до 30% отказов. Текущий контроль (мониторинг) технического состояния подшипниковых узлов асинхронных двигателей экономически оправдан и эффективен и позволяет своевременно выявить зарождающиеся неисправности и перевести их из категории внезапных отказов в категорию постепенных отказов.

Известны традиционные методы виброконтроля подшипниковых узлов. Наряду с высокой эффективностью этого метода ему присущи отдельные недостатки. Данный метод является трудоёмким и требующим специального оборудования и высококвалифицированного персонала. Дефекты подшипниковых узлов вызывают перераспределение магнитной индукции в воздушном зазоре асинхронного двигателя и появлению гармоник, что приводит к изменению спектрального состава потребляемого тока. В реальных машинах в воздушном зазоре, кроме основной гармоники, имеется большое число высших гармоник магнитного поля. Высшие гармоники принято делить на временные и пространственные.

Временные гармоники определяются спектральным составом напряжения и нелинейным изменением вращающего момента на валу машины или частоты его вращения. Пространственные гармоники поля в воздушном зазоре появляются из-за нелинейности параметров машины и её конструктивных особенностей. Если мощность двигателя соизмерима с мощностью генератора, что имеет место в автономных сетях (например, судовых энергоустановках), то несинусоидальное поле в воздушном зазоре приведёт к несинусоидальности напряжения на выводах машины, при этом токи высших гармоник будут замыкаться через нагрузку [1], [3]. К основным пространственным гармоникам относятся зубцовые гармоники, гармоники МДС, гармоники, вызванные нелинейностью параметров электрической машины, комбинационные и технологические гармоники. Последние вызваны технологическими параметрами- несоосностью ротора и статора, конусностью и эллипсностью ротора, эксцентриситетом расточки статора, дефектами подшипниковых узлов, дефектами обмоток ротора и статора.

Исследования влияния различных дефектов подшипниковых узлов на магнитное поле индукторной машины проводилось на основе стандартной программы расчета магнитных полей электрической машины Quick Field [4]. Для расчета стационарного магнитного поля, рассматривается математическое описание уравнения Пуассона:

$$\frac{\partial^2 \bar{A}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \bar{A}}{\partial y^2} = -\mu j_a, \quad (1)$$

где  $\bar{A}$  – векторный магнитный потенциал.

Для анализа магнитного поля, использовалась величина магнитной индукции, которая в свою очередь представлена следующим выражением через векторный магнитный потенциал:

$$\bar{B} = \text{rot } \bar{A}. \quad (2)$$

Анализ магнитного поля проведен на основе составляющих магнитной индукции, которые для плоскопараллельного случая представлены в следующем виде:

$$B_x = \frac{\partial A_z}{\partial y}, \quad (3)$$

$$B_y = \frac{\partial A_z}{\partial x}. \quad (4)$$

На основе проведенных исследований представлены картины магнитных силовых линий исследуемых областей (рис. 1), с дефектом в подшипниковом узле (рис. 1b) так и без дефекта (рис. 1a).

На рис. 2 представлены результаты расчетов магнитной индукции в воздушном зазоре машины в аксиальном направлении без дефекта, так и с дефектом в правом подшипниковом узле.

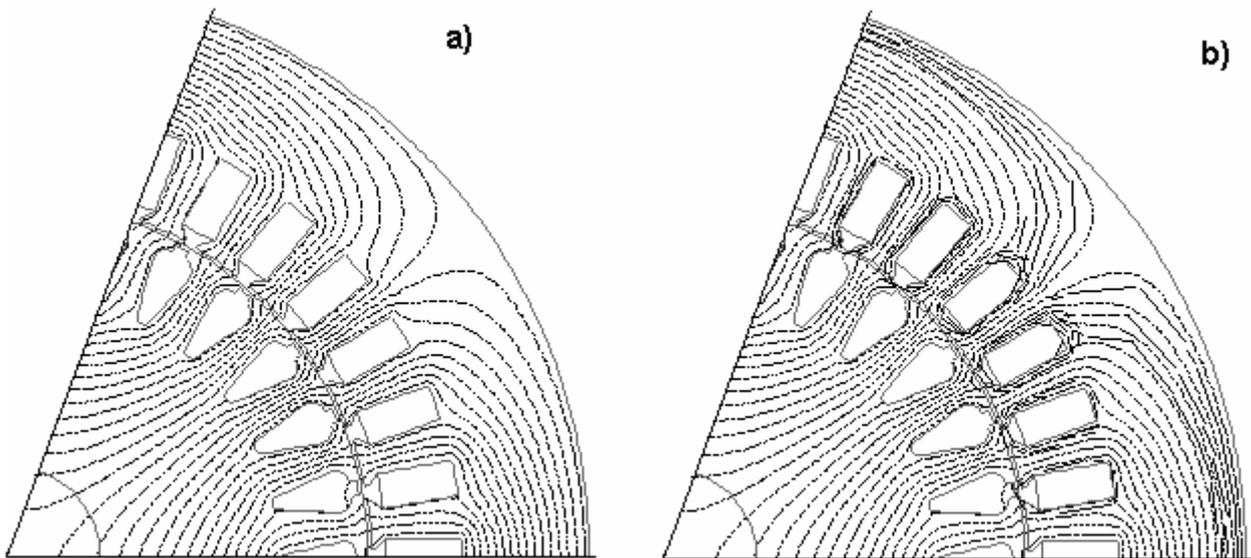


Рис 1. Расчет магнитного поля индукторной машины (силовые линии магнитного поля) без дефекта а) и с дефектом в подшипниковом узле в).

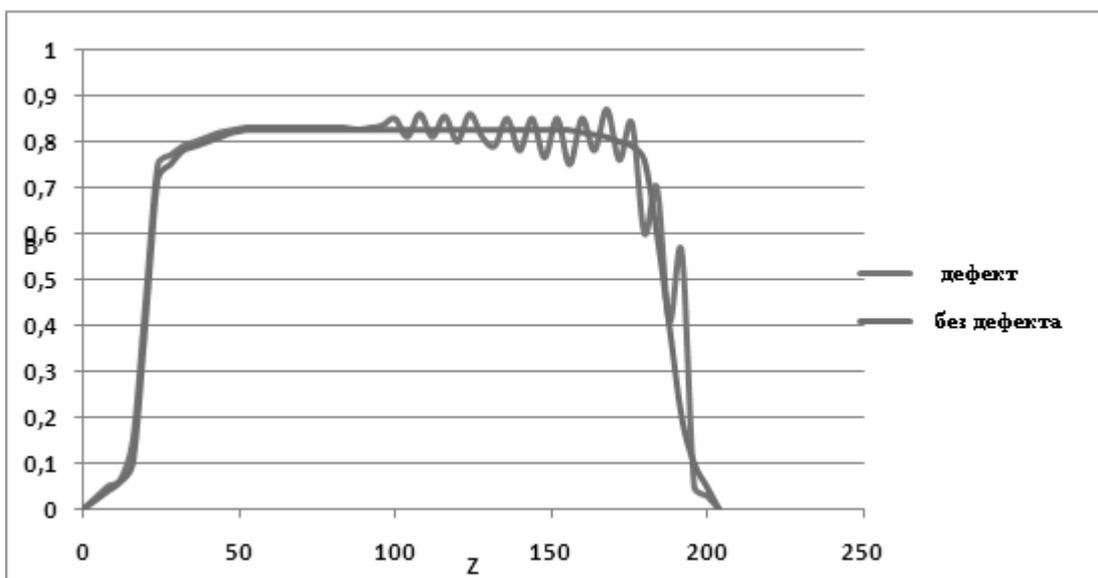


Рис. 2. Распределение магнитной индукции в воздушном зазоре в аксиальном направлении машины

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Terebkovs A., Gasparjans A., Peipiņš V. Technical diagnostics of ship asynchronous electric drives. Kuģu asinhronās elektropiedziņas tehniskā diagnostika. // 9. starptautiskā zinātniski praktiskā conference "Ūdens transports un infrastruktūra 2007". Konferencs materiāli. ISSN 1691-3817. Latvijas Jūras akadēmija.-Rīgā: 2007. gada 19.un 20. aprīlī. – 160.- 165. lpp.
2. H. Henaο, G.A. Capolino, C. Martis. On the Stray Flux Analysis for the detection of the Three Phase Induction Machine Faults.IEEE Industry Applications Society Conference. 2003.
3. Гаспарян А.С., Грейвулис Я.П., Теребков А.Ф. Спектрально -энергетический состав напряжения судовых дизель-генераторов как диагностический параметр систем технической диагностики. // Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика: Вестник Национального технического университета «Харьковский политехнический институт». Серия «Электротехника, электроника и электропривод». - Выпуск 45 ,Харьков: ХГПУ, 2005. - том 1. С. 356 - 359.
4. Quick Field. Finite Element Analysis System. Version 5.1. User's Guide. Denmark: Tera Analysis, 2003.